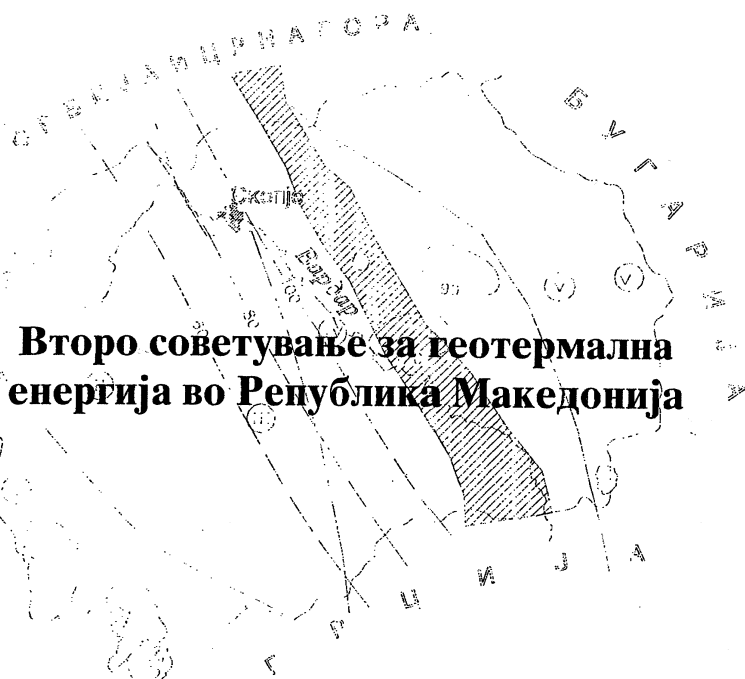


Универзитет "Св. Кирил и Методиј" Скопје  
*Рударско-геолошки факултет Шии*



**Второ советување за геотермална  
енергија во Република Македонија**

**ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ**

3 - 5 октомври, 2003  
*хотел "Цар Самоил" Банско*

вредност по ободот на аномалиите I и II може да се објасни со зголемување на алувијалните и делувијалните седименти во ова подрачје, но тоа не значи дека овде нема проток на термална вода, бидејќи се издупчени шест дупчотини кои дале вода со температури од 43.5°C.

Аномалија III: се наоѓа во близина на топлото купатило и Бањскиот ресторан, во склопот на оваа аномалија се наоѓаат природните извори на термална вода со температура од 42°C, од повеќето сонди е добиено изливна термална вода со позитивно пиезометриско ниво од 1 [m]. Аномалијата II и III се помеѓу себе поврзани и овде постои проток на термална вода која е под притисок. Овде е направен и експлоатационен бунар кој на длабочина од 30 [m] каде температурата на водата е 44°C.

Аномалија IV: Оваа аномалија претставува најсериозна геотермална аномалија на ова подрачје, во склопот на оваа аномалија во една од сондите е измерена температура на водата од 42°C, а во некои од сондите се измерени температури и до 46.5°C што е и воедно и најголема температура измерена во ова геотермално поле.

Простирањето на Аномалијата IV има правец на протегање З-И, додека останатите три издвоени аномалии имаат правец на протегање СЗ-ЈИ.

### Заклучок

Геотермалните (термометриски) истражувања на дадениот простор, овозможуваат да се даде јасна контура на теренот со геотермални аномалии, со што се овозможува правилно лоцирање на геотермалните дупчења. Исто така овие истражувања овозможуваат да се констатира аномално геотермално поле на релативно поголеми пространства а со тоа да се овозможи пронаоѓање на дифузното простирање на постоечката геотермална вода на овој терен.

### Литература

1. Арсовски М., "Неотектоника на СР. Македонија", 1975., Скопје.
2. Геолошки завод Скопје "Извештај за геофизичките истражувања на термалните води на локалитетот Негорски Бањи", 1986, Скопје.
3. Бач Ј., "Испитување на минералните води во Гевгелија", 1964, Загреб.
4. Котевски Г., "Геотермални истражувања во Валандовско-Гевгелиската котлина", 1981, Скопје.

## ПОТЕНЦИЈАЛНИ ОБЛАСТИ ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПЕТРОГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА ВО РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА

'Војо Мирчовски, 'Орце Спасовски  
'Рударско-геолошки факултет ШТИП

### АБСТРАКТ

Како најпотенцијални области за добивање на петрогеотермална енергија во Република Македонија претставуваат претпоставените длабински гранитоидни интрузии во терциерните вулкански области кои оцврснале во длабоките делови на земјината кора и во кои процесот на ладење се уште не е завршен.

Исто така базирајќи се на светските искуства како потенцијални терени од аспект на петрогеотермални ресурси треба да се третираат и гранитоидните карпи од палеозојска и мезозојска старост кои исто така се јавуваат на територијата на Македонија.

**Клучни зборови:** *Петрогеотермална енергија, загреани суви карпи, гранитоидни интрузии, терциерни вулкански области.*

### ВОВЕД

Геотермалната енергија претставува алтернативен обновлив извор на енергија и во светот во последните 25 години голем број на земји и посветуваат се поголемо внимание од аспект на истражување и развој на технологии за експлоатација и нејзина примена за разни цели. Една од причините зошто на овој тип на енергија од страна на развиените па и помалку развиените земји и се посветува големо внимание се еколошките проблеми и предноста на оваа енергија во однос на другите типови на енергија нуклеарната, енергијата од фосилните горива (јаглен и нафта) бидејќи таа не ја загадува животната средина.

Со примената на оваа енергија од еколошки аспект се спречуваат проблемите како што се појавата на стаклена бавча, глобални промени на климата, разорувањето на озонската обвивка, појава на кисели дождови, појава на штетни гасови и др.

Еден од изворите за добивање на геотермална енергија се загреаните суви карпи кои се присутни на одредени места во подлабоките делови во земјината кора, во светската литература познати како Hot Dry Rock HDR односно загреани суви карпи. Енергија што се добива од загреаните суви карпи се нарекува петрогеотермална енергија или литогеотермална.

Загреаните суви карпести маси се најперспективен геотермален ресурс во земјината кора бидејќи околу 95 % од вкупниот светски геотермален потенцијал е поврзан со овој тип на ресурси Eliasson (1989). Со ладење на  $1 \text{ km}^3$  загреани суви карпи за  $1^\circ\text{C}$  се дива енергија рамна на енергија која може да се добие со согорување на 70 000 тони јаглен Fridleifsson (1986).

Голем број на земји во светот интензивно ги истражуваат системите на загреани суви карпи и развиваат технологии за нивна експлоатација. Првиот експеримент за добивање на геотермална енергија од загреани суви карпи е изведен во местото Fenton Hill во Ново Мексико во САД во 1977. Со овој експеримент се издупчени две дупнатини во прекамбриски гранити на длабочина од 2.6 км и е добиена температура на карпите од  $185^\circ\text{C}$  а е постигната температура на водата од  $135^\circ\text{C}$ .

### ПОТЕНЦИЈАЛНИ ОБЛАСТИ ЗА ИСТРАЖУВАЊЕ НА ПЕТРОГЕОТЕРМАЛНА ЕНЕРГИЈА

На територијата на Република Македонија покрај можноста за експлоатација на геотермалната енергија од резервоарите на хидротермалните системи постојат потенцијални простори на кои би можело да се истражува геотермална енергија и од системите на загреаните суви карпи.

Светските искуства укажуваат дека гранитоидните интрузии се најпогодна карпеста средина за експлоатација на овој тип на геотермална енергија.

Тргувајќи од светските искуства во Македонија како најпотенцијални за истражување и пронаоѓање на петрогеотермална енергија се просторите со терциерни магматски карпи (Сл. 1) во кои во подлабоките делови процесот на ладење не е сеуште завршен, на што укажуваат одредени површински геотермални аномалии и појави.

На територијата на Македонија терциерниот магматизам се манифестира со вулкански и субвулкански карпи, единствено во околината на Турско рударе - Пантелеј Свети Пантелејмон во Злетовско - Кратовската вулканска област (Боев и др 1992) е откриена мала длабинска магматска интрузија. Тоа укажува дека вулканските диференцијати во подлабоките делови најверојатно имаат и свои длабински еквиваленти односно скриени не еродирани гранитоидни интрузии.

Терциерниот магматизам на територијата на Македонија започнал во олигоцен а завршил во плиоцен и квартал. Тој се манифестира со андезит-латит-кварцлатитски вулканизам а исто така е развиен и вулканизам на алкални базалти.

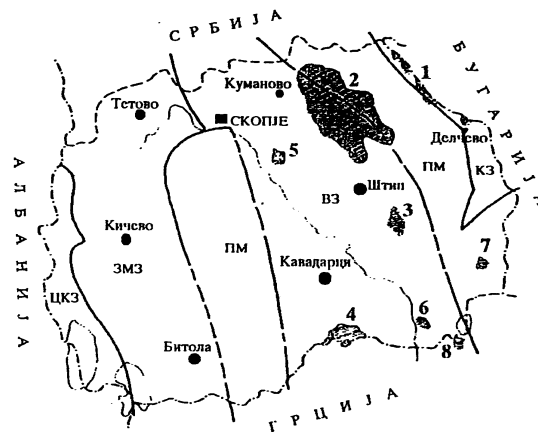
Редоследот на создавање на карпите од овој магматизам е андезити

кварцмонцитони, односно најстари се андезитите и дацитите а најмалди се гранодиоритите и кварцмонцитоните Карамата и др.(1992).

Според одредени светски искуства како што е во Ново Мексико каде во прекамбриски гранити се откриени системи со загреани суви карпи и старите гранитоидни карпи од палеозоиска и мезозоиска старост кои се присутни на територијата на Македонија во иднина можеби би требало да се третираат како потенцијална можност за пронаоѓање на загреани суви карпи. Тоа особено ќе биде значајно кога технологијата за експлоатација на овој тип на енергија ќе биде усовершена.

### Петрогеотермален ресурс во Осоговско - малешевска вулканска област

Оваа област се наоѓа во источниот дел на Македонија на границата со Бугарија каде има свое продолжение (Сл. 1). Се протега од селото Луке на север до Пехчево-Двориште на југ со должина од околу 100 км. Во оваа вулканска област се присутни само вулкански карпи претставени со кварцлатити од постара фаза и со дацити и андезити од помлада фаза. Со К-Аг метода за карпите е добиена старост од  $25 \pm 3 \times 10^6$  до  $14 \pm 3 \times 10^6$  милиони години.



Сл.1. Тектонска реорганизација на Македонија (М. Арсовски 1997), со географска положба на терциерните вулкански области. ЦКЗ- Цукали краста зона; ЗМЗ- Западно македонска зона; ПМ-Пелагонски масив; ВЗ-Вардарска зона; СММ- Српско македонски масив; КЗ-Краиштинска зона. 1. Осоговско - малешевска вулканска област; 2. Краишво-злејовска вулканска област; 3. Вулканска област Бучим-Боров дол; 4. Кожуфска вулканска област; 5. Зайаден дел на Овче поле; 6. Давидово - Ситојаково 7. Иловица-Штјука; 8. Дојран.

Карпите се продукт на интермедијарна до кисела калкоалкална магма (кварцидиоритска-адамелитско-гранитска со преоди кон диоритско-сиенитска). Вкупната површина на откриени кварцлатити, дацити и андезити на територијата на Македонија е околу 40 км<sup>2</sup>.

Според податоците на М. Георгиева (1995) вкупната површина на претпоставената гранитоидна интрузија е околу 200 км<sup>2</sup> од кои околу 150 км<sup>2</sup> се на територијата на Македонија. Минималната зафатнина на интрузијата изнесува околу 250 а максималната околу 750 км<sup>3</sup>. Длабината на интрузијата се претпоставува дека е од 2 до 7 км. М. Георгиева (1995).

#### Петрогеотермален ресурс во Кратовско-злетовската вулканска област

Кратовско-злетовската вулканска област е најголема вулканска област во Македонија (Сл. 1) и зафаќа површина од околу 1000 км<sup>2</sup> со просечна дебелина на вулканските карпи од околу 700 м.

Вулканската активност се одвивала во повеќе фази почнувајќи од олигоцен. Најстари карпи се туфогените песочници, бентонитите, андезитите, игнибрите, вулкански бречи, пепел, песок, андезити, трахиандезити, латити, трахити, алкални базалти, кварцмонцонит порфири, трахити, дацитски игнимбри и туфови.

Најмлади карпи се: туфовите, андезитските бречи и андезитите.

Вулканските карпи од оваа област се диференцијати на гранодиоритска монцонитска до кварцмонцонитска магма. Во оваа област доминираат екструзивните вариетети а во мала количина се застапени и субвулкански карпи (санидински дацити). На територијата на Република Македонија единствено само во оваа вулканска област е откриена магматска интрузија на површината на земјата кај локалноста Свети Пантелејмон. Оваа укажува на можноста дека вулканските карпи во подлабоките делови имат и длабински еквиваленти.

Староста на вулканските карпи се движи од  $16 \pm 2 \times 10^6$  до  $29 \pm 2 \times 10^6$  милиони години.

Минималната површина на претпоставената гранитоидна интрузија се проценува на околу 150 км<sup>2</sup> а максималната на 500 км<sup>2</sup>. Минималниот волумен изнесува околу 650 км<sup>3</sup> а максималниот околу 2500 км<sup>3</sup>. Длабината на интрузијата е од 0 - 7 км М. Георгиева (1996).

Потврда за постоење на геотермална енергија во терциерните вулкански области во Република Македонија се и најновите истражувања што се направени во Кратовско-злетовската вулканска област на геотермалниот систем Здравевци С. Ркиќ и др. (2002) Со истражувањата што се направени во овој геотермален систем со дупнатина од 335 м е откриена термоминерална вода со температура од 51 °C . Грејното тело на геотермалниот систем според овие автори

Овие податоци даваат индикации дека ако се дупчи подлабоко можно е да се дојде до средини во кои има загреани топли суви карпи односно кои можат да се користат за добивање на петрогеотермална енергија. Исто така овие автори наведуваат дека откривање на високотемпературни петрогеотермални ресурси треба да се очекуваат на просторите на Источна Македонија.

#### Петрогеотермален ресурс во Вулканската област Бучим-Боров дол

Оваа вулканска област е релативно мала и зафаќа површина од околу 10 км<sup>2</sup> (Сл. 1). Вулканската активност се одвивала полифазно и траела во олигоцен давајќи продукти од латити, кварцлатити, андезити ретко трахити и туфови. Карпите се продукт на диоритско монцонитско интермедијарна и гранитсиенитска покисела магма. За староста на карпите од оваа област со K/Ar метода се добиени податоци од  $24.7 \times 10^6$  до  $27.5 \times 10^6$  милиони години.

Минималната површина на распространување на претпоставената гранитоидна интрузија се проценува на околу 10 км<sup>2</sup> а максималната на околу 25 км<sup>2</sup>. Минималниот волумен на интрузијата изнесува 50 км<sup>3</sup>, а максималниот околу 75 км<sup>3</sup>. Длабината на интрузијата се претпоставува од 2 - 7 км М. Георгиева (1996).

#### Петрогеотермален ресурс во Кожуфската вулканска област

Кожуфската вулканска област се наоѓа во јужниот дел на република Македонија на границата со Грција (Сл. 1). Таа по површина е втора вулканска област и зафаќа површина од околу 600 км<sup>2</sup> терен кој е покриен со пирокластичен, чисто вулкански и вулканогеноседиментен материјал. Просечната дебелина на пирокластичниот материјал изнесува околу 400 м. Вулканската активност започнала во почетокот на горен миоцен а завршила во плеистоцен Б.Боев (1988, 1995). Вулканските карпи од оваа област се продукт од диоритско монцонитска до гранитсиенитска магма. Присуството на различни вариетети од интермедијарни до кисели е резултат на контаминацијата и асимилацијата на првобитниот магматски растоп со потекло од грничното подрачје на горниот омотач и континенталната кора Б. Боев (1990).

Староста на вулканските карпи се движи од од  $0.6 - 1.8 \times 10^6$  милиони години.

Минималната површина на гранитоидниот плутон се проценува на околу 50 км<sup>2</sup> а максималната на околу 150 км<sup>2</sup>. Минималниот волумен е 350 км<sup>3</sup> а максималниот до 800 км<sup>3</sup>. Дебелината на гранитоидниот плутон е претпоставена од 2 - 7 км. М. Георгиева (1996).

**Петрогеотермален ресурс во западниот дел на Овче поле**

Појавувањето на поголем број на вулкански карпи на просторот од Катланово до Свети Николе укажува на можноста во подлабоките делови од постоење на гранитоид кој не е откриен на површината на земјата. Постоењето на овој гранитоид е констатирано и со геомагнетна аномалија со регионални геофизички истражувања во околината на Петровец Билибајкиќ (1963).

Хоризонталното распростирање на оваа интрузија се проценува на околу 5-9 км<sup>2</sup>, а волуменот на околу 25-45 км<sup>3</sup>.

**Литогеотермален ресурс кај Давидово - Стојаково**

Присуството на вулкански карпи претставени од перлит кај Давидово и кварлатит кај Стојаково укажуваат на можното постоење во подлабоките делови на гранитоидна интрузија.

Хоризонталното распростирање на оваа интрузија се проценува на околу 2 км<sup>2</sup>, а минималниот волумен на околу 2 км<sup>3</sup> а максималниот на 10 км<sup>3</sup>.

**Литогеотермален ресурс кај Иловица-Штука**

Присуството на вулкански карпи од дацитско андезитски состав со терциерна старост во околината на Иловица Штука укажува на можноста од постоење на гранитоидна интрузија со прогнозно распростирање од 2-5 км<sup>2</sup> и волумен од 10-25 км<sup>3</sup>.

**Литогеотермален ресурс кај Дојран**

Појавувањето на вулкански карпи трахити и риолити на двете страни од Македонско грчката граница укажува на можното постоење на гранитоидна интрузија. Површината на таа интрузија се цени околу 2-5 км<sup>2</sup> и волумен од 1-20 км<sup>3</sup>. Староста на трахитите од Мрдаја изнесува  $33 \pm 5 \times 10^6$  години (Стојанов 1985).

**ЗАКЛУЧОК**

Како најпотенцијални простори од аспект на пронаоѓање на петрогеотермална енергија во Република Македонија претставуваат претпоставените длабински гранитоидни интрузии во терциерните вулкански области кои оцврснале во длабоките делови на земјината кора и во кои процесот на ладење се уште не е завршен. Претпоставката за постоењето на овие длабински гранитоидни интрузии е индиректна освен за Кратовско - злетовската вулканска

карпи) е врз основа на манифестацијата на вулканските еквиваленти на површината на теренот.

Како најпотенцијална од аспект на големина на петрогеотермални ресурси судејќи по големината на површинската манифестација е Кратовско - злетовската вулканска област а потоа следуваат Кожувската, Осоговско - малешевската, Бучим - Боров долската вулканска област а потоа следуваат споменатите помали области. Исто така базирајќи се на светските искуства како потенцијални терени од аспект на петрогеотермална енергија се и гранитоидните карпи од палеозойска и мезозойска старост кои на територијата на Македонија се застапени на значајни простори.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Боев, Б., 1990. Потекло на метеријалот од кој се формирани вулканските карпи на Кожуф. XII Конгрес на геолози на Југославија, Охрид.
- Боев, Б., 1990. Старост на вулканските стени на Кожуф планина. XII Конгрес на геолози на Југославија, Охрид.
- Боев, Б., Серафимовски, Т., Лепиткова, С., 1992. Интрузивни карпи од терциерна старост од околината на Турско рударе- Пантелеј. *Geologica macedonika*, Т. 6. No. 1. 15 – 22, Штип.
- Боев, Б., 1992. Олигоценско неогени магматизам на подрачјето на Бучимскиот блок. *Geologica macedonika*, Т. 6. No. 1. 15 – 22, Штип.
- Билибајкиќ, П., 1963. Геофизичка испитувања у подручју скопске котлина гравиметрија. Завод за геолошка и геофизичка истражувања Београд.
- Георгиева, М., 1996. Геотермални ресурси во Вардарската зона и Српско-Македонската маса на територијата на Македонија. Докторска дисертација. Штип.
- Карамата И др., 1992. Терциерен магматизам на Динаридите, Вардарска зона И Српско македонската маса. 125-186.
- Стојанов, Р., Серафимовски, Т., 1990. Основни карактеристики на терциерниот магматизам во областа Бучим-Боров дол. XII Конгрес на геолози на Југославија, Охрид. Кн. 2 405-425.
- Стојанов, Р., Серафимовски, Т., 1990. Вулканизмот на Кратовско злетовската вулканска област. XII Конгрес на геолози на Југославија, Охрид. Кн. 2 424-441.
- Стојанов, Р., Александров, М., 1990. Терциерниот вулканизам во Сасо Тораничката зона.